



## ESTUDO DA IRRADIAÇÃO ERITÊMICA EM RECIFE (PE).

S. S. Leal<sup>1</sup>, C. Tiba<sup>2</sup>, e R. D. Piacentini<sup>3</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)  
Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Instituto de Física Rosario - CONICET - Universidad Nacional de Rosario  
Av. Prof. Luiz Freire, 1000 – CDU - CEP 50.740-540, Recife, PE, Brasil  
Tel.: +5581 3453 6019, Fax: +55 81 32718250  
Email: [tiba@ufpe.br](mailto:tiba@ufpe.br)

**RESUMO:** A irradiação eritêmica ou irradiação biologicamente ativa é a principal causa dos efeitos biológicos agudos na pele humana. Sardas, eritemas, cataratas e câncer são alguns dos efeitos causados por esta irradiação. O conhecimento da irradiação eritêmica é de fundamental importância para alertar a população através da intensificação da ação integrada aos programas nacionais de prevenção da cegueira e câncer de pele. Em dezembro de 2009 foram instalados na estação de medição da UFPE um biômetro e um piranômetro para medição da irradiação eritêmica e global na cidade de Recife. As medidas realizadas mostraram uma irradiação eritêmica elevada praticamente durante todo o ano e índices extremos iguais a 14.

**Palavras chave:** irradiação eritêmica, índice UV e irradiação global, Recife Brasil

## INTRODUÇÃO

A radiação ultravioleta que alcança a superfície terrestre é extremamente importante para a saúde dos seres humanos, uma vez que, estimula a produção da vitamina D, porém, em excesso esta radiação pode provocar sardas, eritemas, cataratas e câncer de pele. Segundo o Instituto Nacional do Câncer (Inca, 2009), estima-se que o câncer de pele do tipo não melanoma (114 mil casos novos, ou seja, 23,3% do total de novos casos de câncer no Brasil), no ano de 2010, será o mais incidente na população brasileira. O conhecimento dessa radiação é de fundamental importância para prevenção dessas doenças. Contudo os efeitos da radiação ultravioleta em sistemas biológicos mostram uma forte dependência em relação ao comprimento de onda. Para o estudo de efeitos biológicos utilizam-se fatores de ponderação, os quais atribuem-se pesos maiores para comprimentos de onda de maior interação biológica. A resposta biológica aos diferentes comprimentos de onda é descrita por um espectro de ação. O espectro de ação é determinado através de experimentos médicos que analisam o efeito biológico de diferentes comprimentos de onda de radiação (Kircchhoff et. al., 2000). A Figura 1 representa o espectro de ação eritêmica para pele humana.

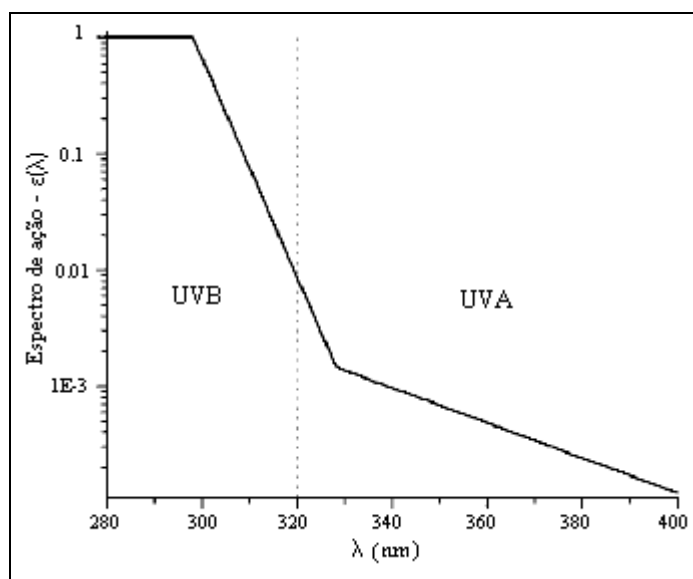


Figura 1: Espectro de ação eritêmica (Diffey, 1991).

A irradiância espectral  $I_\lambda$  ponderada pelo espectro de ação  $\epsilon_\lambda$ , resulta na irradiância eritêmica espectral  $S_\lambda$ , em  $W / (m^2 nm)$ . Integrando-se a irradiância eritêmica espectral  $S_\lambda$ , para intervalo de comprimentos de onda referentes à radiação ultravioleta, obtém-se a irradiância biologicamente ativa  $S$ , que no caso dos seres humanos, também é chamada de irradiância eritêmica.

$$S = \int_{280}^{400} I_\lambda \epsilon_\lambda d\lambda \quad (1)$$

A unidade da irradiância eritêmica é dada em MED (mínima dose erimatosas), que equivale aproximadamente a  $210 J / m^2$ . O índice ultravioleta (IUV), relacionado aos níveis de irradiação UV que induzem à formação de eritemas na pele humana, é determinado a partir da irradiância eritêmica (WHO, 2002). Cada unidade de IUV corresponde a  $25 mW / m^2$ . A Tabela 1 mostra a classificação desses índices.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	>11
BAIXO		MODERADO			ALTO		MUITO ALTO			EXTREMO	
NENHUMA PRECAUÇÃO NECESSÁRIA		NECESSÁRIA PROTEÇÃO (PROTETOR SOLAR, CHAPÉU, CAMISA, PERMANECER NA SOMBRA)									

Tabela 1: Classificação do IUV e recomendações, conforme a Organização Mundial da Saúde.

A determinação experimental da irradiância eritêmica foi feita através um equipamento que mede a intensidade da radiação UV biologicamente ativa para a pele humana (irradiância eritêmica), conhecido como biômetro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Estação de medidas

A Tabela 2 mostra a estação de medidas da irradiação eritêmica e irradiação solar global, suas coordenadas geográficas, caracterização climática e período de medidas.

Estações	Coordenadas geográficas			Clima	Período
	Lat.	Long.	Alt.(m)		
Recife -PE	-8° 03'	-34° 55'	7	Tropical – úmido	dezembro09 / julho10

Tabela 2 Estação de medidas da irradiação global e eritêmica solar

A medição da irradiação solar eritêmica foi realizada a partir do biômetro modelo 501 UV-B da Solar Light (Solar light, 2010), que opera na faixa de 280 a 320 nm, cuja resposta se aproxima da pele humana exposta à radiação solar. Para medição da irradiação solar global diária foi utilizado um piranômetro PSP da Eppley. O piranômetro foi acoplado a um sistema de aquisição de dados da Campbell, modelo CR-1000X e o biômetro possui um sistema coletor próprio integrado ao equipamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Irradiação eritêmica e solar

Os dados medidos entre 01 de dezembro de 2009 a 27 de julho de 2010, em escala de minuto foram agrupados em torno de uma dada hora padrão considerando à meia hora anterior e posterior a mesma. Integrando-se estes resultados ao longo das horas do dia obtém-se a irradiação diária ( $kJ / m^2$ ). Devido a problemas operacionais foram desconsiderados os dias julianos 356 a 365 de 2009 relativos a irradiação global.

A Figura 2 mostra o comportamento da irradiação eritêmica (a) e global (b) em função da hora padrão. Os valores máximos observados próximos ao meio-dia, são devidos aos dias de céu claro e maiores ângulos de elevação, implicando, portanto em uma massa de ar menor. A variação vertical observada para uma mesma hora é devido às variações das condições atmosféricas. Na Figura 3 pode-se visualizar a irradiação eritêmica (a) e global (b) diária e o índice ultravioleta diário ao meio-dia hora padrão (c). O gráfico mostra os valores extremos do índice ultravioleta ( $IUV = 14$ ) alcançados entre os meses de fevereiro e março de 2010 e alertados pelos meios de comunicação. O comportamento da irradiação global (b) para este mesmo período de medição foi semelhante ao da irradiação eritêmica.

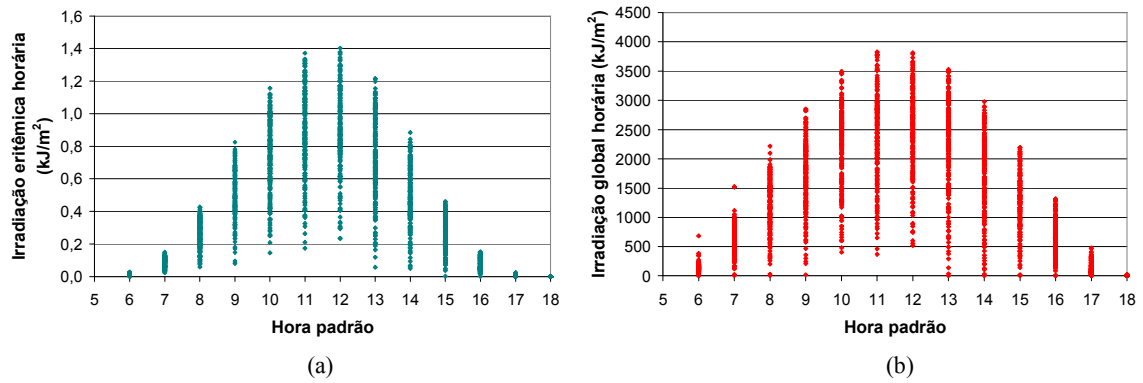


Figura 2: Irradiação eritemática (a) e global (b) horária.

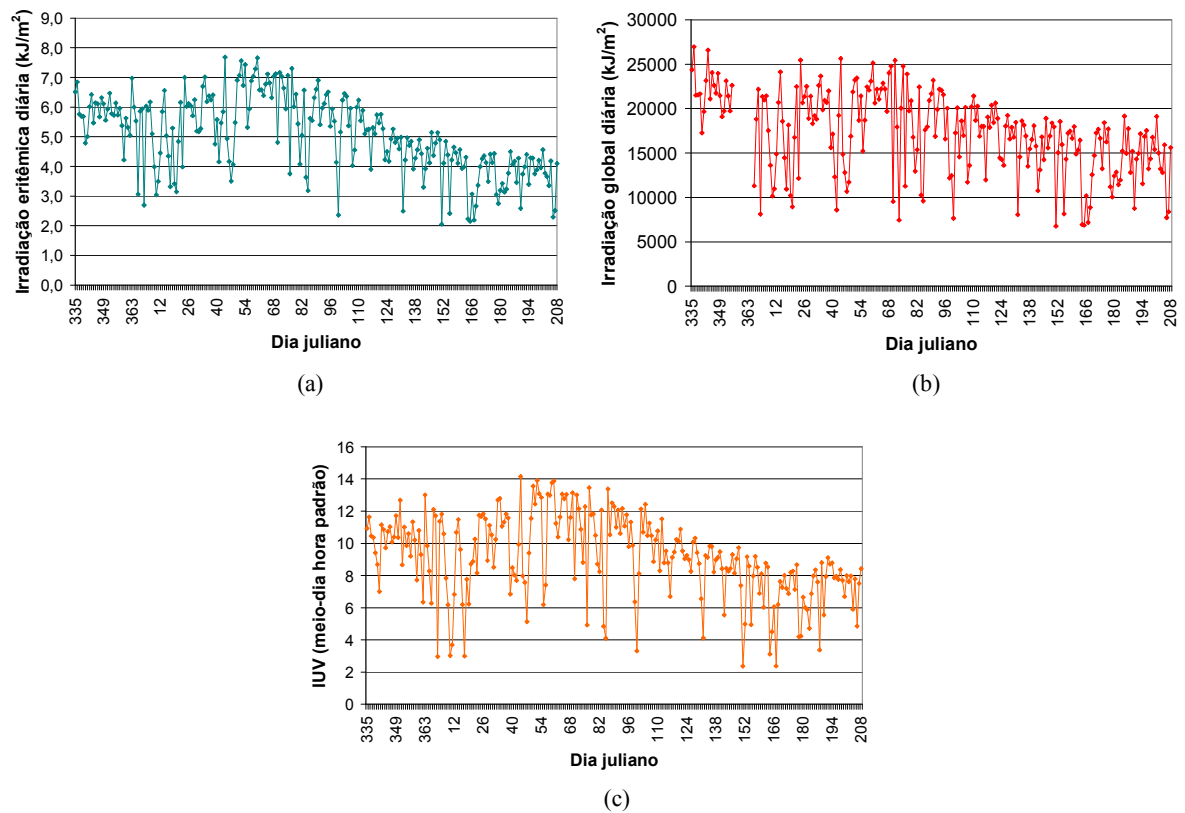


Figura 3: Irradiação eritemática diária (a), global diária (b) e o IUV diário ao meio-dia hora padrão (c).

A Figura 4 confirma o comportamento sazonal semelhante entre a irradiação eritemática (a) e global (b) média mensal. Os valores mínimos são observados nos meses de junho e julho. Os dados referentes ao mês de dezembro não foram considerados no gráfico da irradiação global devido às falhas operacionais citadas anteriormente. Ainda na Figura 4 podem ser visualizados os índices ultravioleta médios mensais (c) e sazonais (d) para todas as condições de céu ao meio-dia (hora padrão) entre os meses de dezembro de 2009 a julho de 2010. O mês de março apresentou valores médios mais elevados quando comparado aos outros meses. É válido salientar que o índice ultravioleta médio para a cidade de Recife, ao meio dia, é alto até mesmo no período de inverno, conforme pode ser visto em (d).

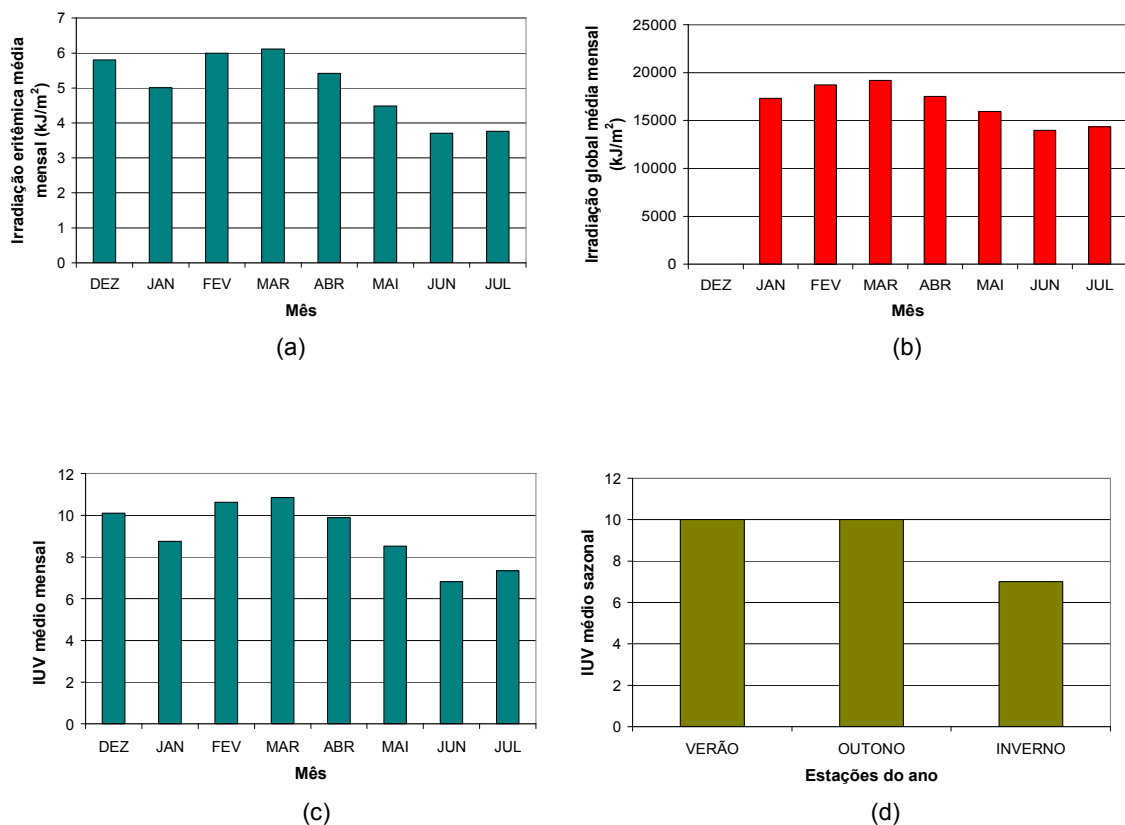


Figura 4: Irradiação eritêmica média mensal (a), global média mensal (b) e o IUV médio mensal (c) e sazonal (d) considerando meio-dia (hora padrão).

#### Distribuição acumulada e média mensal da irradiação eritêmica

Os efeitos causados pela irradiação eritêmica são também acumulativos. Um indivíduo exposto a essa irradiação pode perceber seus efeitos após muitos anos. O conhecimento da distribuição acumulada possibilita conhecer a quantidade média de energia recebida pelos organismos vivos. A Figura 5 mostra a distribuição acumulada da irradiação eritêmica horária média mensal.

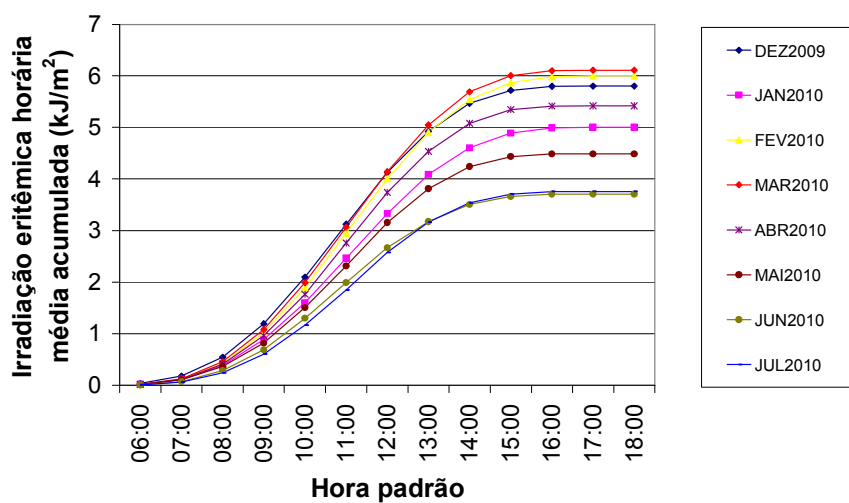


Figura 5: Distribuição acumulada da Irradiação eritêmica média horária.

Observe que um indivíduo permanecendo exposto das seis às treze horas nos meses de dezembro, março e fevereiro, por exemplo, estaria se submetendo a uma dose média de 5 kJ / m<sup>2</sup> diária. Isto implicaria em uma dose de aproximadamente de 24 MED, que é extremamente alta.

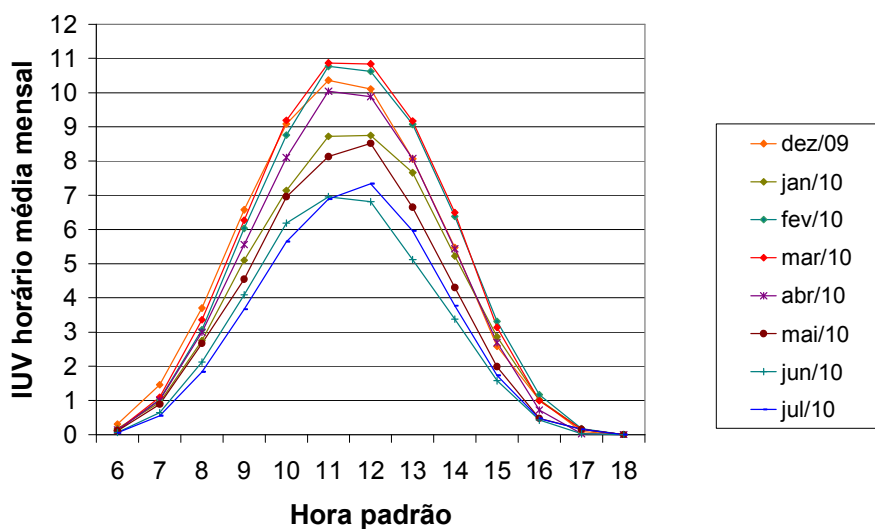


Figura 6: Índice ultravioleta horário, média mensal.

A Figura 6 mostra o índice ultravioleta horário, média mensal. Observa-se que para os meses de dezembro, março e fevereiro o IUV já atinge valores altos antes mesmo das nove horas da manhã.

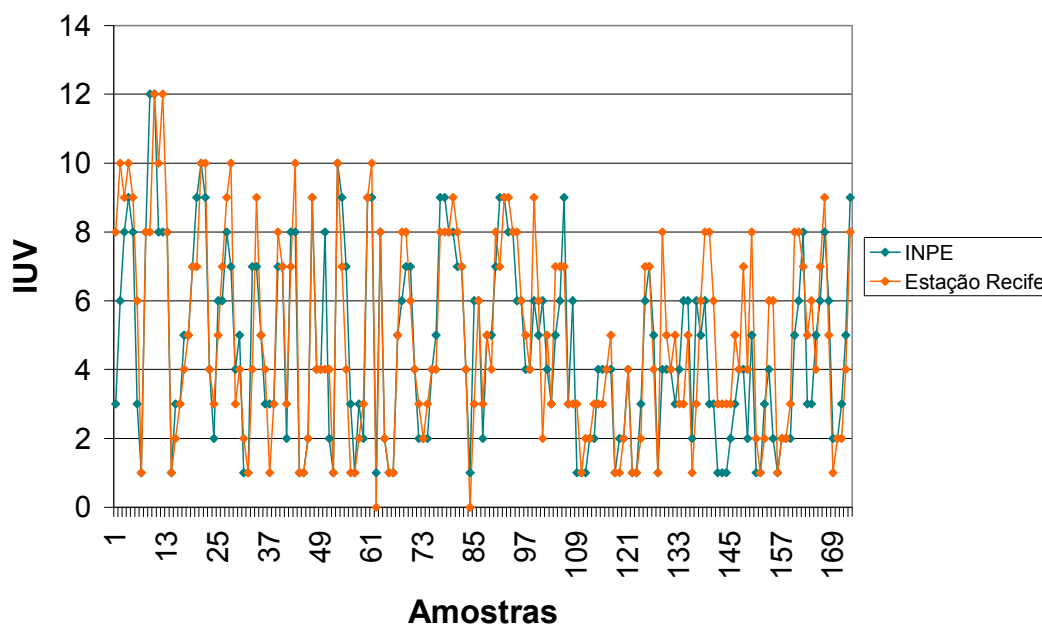


Figura 7: Comparação do índices ultravioleta medido na estação recife e fornecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais..

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe, 2010) disponibiliza diariamente os valores do índice ultravioleta na Internet com o objetivo de informar e alertar a população para os riscos desta irradiação. Estes dados são gerados a partir de imagens de satélites e modelagens computacionais para inserir efeito das nuvens. A Figura 7 mostra a comparação entre amostras medidas e escolhidas aleatoriamente da estação Recife e do site do INPE considerando todas as condições de céu. Os pontos não coincidentes podem ser explicados por que a área de abrangência utilizada pelo INPE para o cálculo do IUV

foi muito maior que a cidade de Recife enquanto a medida foi realizada em um ponto específico dessa cidade. As situações onde ocorrem uma boa coincidência refletem dias de céu claro.

## CONCLUSÕES

Este estudo preliminar da irradiação eritêmica para a cidade de Recife mostrou uma forte dependência horária e sazonal típica da região Nordeste do Brasil. Índices ultravioleta mais elevados são alcançados ao meio-dia e nos períodos de baixa nebulosidade (verão). Contudo, o estudo mostrou que no geral o IUV médio horário, para qualquer condição de céu, é considerado alto antes mesmo das 9:00 da manhã no verão e nos períodos de inverno ao meio-dia hora padrão, ou seja, a proteção efetiva contra a irradiação eritêmica deve ser adotada pela população recifense ao longo de todo ano. A maior parte das medições realizadas apresentaram um IUV extremo ao meio-dia hora padrão, alcançando em alguns casos o valor 14. Neste trabalho também foi calculada a distribuição acumulada mensal da irradiação eritêmica, que pode ser de grande interesse para determinar a dose aproximada de irradiação absorvida por um indivíduo em determinado mês.

As medições indicam a necessidade de intensificar as campanhas públicas educativas de prevenção contra o câncer de pele e cataratas a partir do uso de protetores solar, períodos de exposição e conscientização dos riscos a qual a população está sendo submetida..

## REFERENCIAS

Diffey, B. L. (1991). Solar ultraviolet radiation effects on biological system. *Phys. Med. Bio.* 36, 3, 299-328.

Kirchhoff, V. W. J. H.; Echer, E.; Paes Leme, N.; Silva, A. A. (2000). A variação sazonal da radiação ultravioleta solar biologicamente ativa. *Brazilian Journal Geophysics* 18, 1, 63-73.

Inca 2009 – Instituto Nacional do Câncer. Incidência de câncer no Brasil. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2010>. Acesso em: dez. 2009.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. Disponível em: <http://www.tempo1.cptec.inpe.br/cidades/previsão>. Acesso: 30 /07/10

Solar Light. UVB – Biometer Model 501 Radiometer. Disponível em: <http://www.solarlight.com/products/501.html>. Acesso: 07/ 10/ 2010

World Health Organization 2002 – WHO. Global solar UV index. Disponível em: <http://www.who.int/uv/publications/en/UVIGuide.pdf>

## ABSTRACT

The erythema irradiance or biological active irradiance is the main cause of the acute biological effects in the human skin. Freckles, erythema, cataracts and cancer are some of the effects caused by this irradiance. The knowledge of the erythema irradiation is of fundamental importance in order to alert the population through the reinforcement of the action integrated into the national programs of prevention of the blindness and skin cancer. In December 2009 were installed a biometer and a pyranometer for the measurement of the erythema and global irradiation in the city of Recife. The measurements showed a high erythema irradiation erythema practically during the whole year and extreme indexes values up to 14.

**Keywords:** erythema irradiation, index UV, global irradiation, Recife, Brazil..